

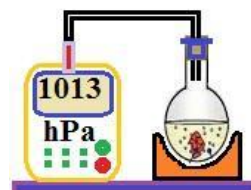
Suivi d'une transformation chimique (2h)

I- Suivi d'évolution d'une transformation par la mesure de la pression :

1- Mesure de la pression d'un gaz résultant d'une réaction chimique :

a- Expérience :

On introduit une masse $m=32,7\text{mg}$ de zinc en poudre dans une fiole de volume 500mL à la température $T = 20^\circ\text{C}$ et sous la pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1013\text{hPa}$ puis on verse dans la fiole un volume $V=10\text{mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C = 0,5\text{mol/L}$.



b- Remarque :

On détermine la valeur de la pression final P_f à la fin de la réaction à l'aide d'un capteur de pression, on trouve: $P_f = 1038\text{hPa}$

Alors $P_{H_2} = P_f - P_{\text{atm}} = 1038 - 1013 = 25\text{hPa}$

2- Prévoir la pression finale du gaz dihydrogène :

a- Tableau d'avancement :

La quantité de matière de zinc initiale : $n_i(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{(32,7 \cdot 10^{-3})}{65,4} = 0,5\text{mmol}$

La quantité de matière de H^+ initiale : $n_i(H^+) = C \cdot V = 0,5 \times 10 \cdot 10^{-3} = 5\text{mmol}$

L'équation de la réaction qui se produit dans le flacon. : $\text{Zn}_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$

Le tableau d'avancement est le suivant :

Equation de la réaction		$\text{Zn}_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$				
Etats du système	avancement	Quantités de matière (en mmol)				
Etat initial	0	0,5	5		0	0
Etat intermédiaire	x	$0,5 - x$	$5 - 2x$		x	x
Etat final	x_{max}	$0,5 - x_{\text{max}}$	$5 - 2x_{\text{max}}$		x_{max}	x_{max}

b- Le réactif limitant :

On suppose que $\text{Zn}_{(s)}$ est le réactif limitant ; alors $0,5 - x_{\text{max}}$ donc $x_{\text{max}} = 0,5\text{mmol}$

On suppose que $H^+_{(aq)}$ est le réactif limitant ; alors $5 - 2x_{\text{max}}$ donc $x_{\text{max}} = 2,5\text{mmol}$

Puisque $0,5\text{mmol} < 2,5\text{mmol}$ alors $x_{\text{max}} = 0,5\text{mmol}$ et $\text{Zn}_{(s)}$ est le réactif limitant.

c- Bilan de matière :

Le bilan de matière à l'état final, d'après le tableau descriptif, est :

$n_f(\text{Zn}) = 0,5 - x_{\text{max}} = 0,5 - 0,5 = 0\text{mmol}$ (C'est le réactif limitant)

$n_f(H^+) = 5 - 2x_{\text{max}} = 5 - 2 \times 0,5 = 4\text{mmol}$

$n_f(\text{Zn}^{2+}_{(aq)}) = n_f(H_{2(g)}) = x_{\text{max}} = 0,5\text{mmol}$

d- Prévoir la pression finale :

On a $n_f(H_2) = x_{\text{max}} = 0,5\text{mmol}$ et $V_f(H_2) = 500 - 10 = 490\text{mL}$

On considère H_2 comme un gaz parfait, et on écrit $P_{H_2} \cdot V_{H_2} = n_{H_2} \cdot R \cdot T$

Alors $P_{H_2} = \frac{n_{H_2} \cdot R \cdot T}{V_{H_2}} = \frac{0,5 \times 10^{-3} \times 8,314 \times (20 + 273,15)}{490 \times 10^{-6}} = 2485,7\text{Pa} = 24,85\text{hPa} \approx 25\text{hPa}$

La pression indiquée expérimentalement est $P_f = P_{H_2} + P_{\text{atm}} = 24,85\text{hPa} + 1013\text{hPa} = 1037,85\text{hPa}$

Application 1 :

La combustion de $m = 16,75\text{g}$ du fer $\text{Fe}_{(s)}$ solide dans un volume $V = 9,60\text{L}$ du dioxygène $\text{O}_{2(g)}$ gazeux produit l'oxyde de fer magnétique $\text{Fe}_3\text{O}_{4(s)}$:

- 1- Ecrire l'équation de la réaction,
 - 2- Tracer le tableau d'avancement de la réaction,
 - 3- Déterminer le réactif limitant et la valeur de l'avancement maximal,
 - 4- Calculer la masse de l'oxyde de fer magnétique formé à l'état final
- On donne : $M(Fe) = 55,85g.mol^{-1}$; $M(O) = 15,99g.mol^{-1}$ et $V_M = 24,0L.mol^{-1}$

3- Mesure du volume d'un gaz résultant d'une réaction chimique :

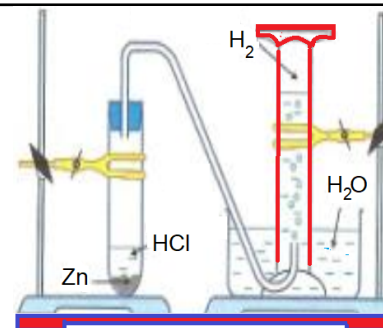
a- Expérience :

On introduit une masse $m = 0,2g$ de fine grenaille de zinc Zn dans un tube à essai et un volume $V = 10ml$ d'une solution d'acide chlorhydrique ($H^+ + Cl^-$) de concentration $C = 2mol/L$.
On mesure le volume de dihydrogène $H_{2(g)}$ dégagé lors de cette réaction.

b- Remarque :

A la fin de la réaction, on trouve que le volume final du gaz dihydrogène dégagé est $V_f(H_2) = 74mL$.

On donne : $V_M = 24L.mol^{-1}$ et $M(Zn) = 65,4g.mol^{-1}$



4- Prévoir du volume final du gaz dihydrogène :

a- Tableau d'avancement :

L'équation de la réaction est : $Zn_{(s)} + 2H_{(aq)}^+ \rightarrow Zn_{(aq)}^{2+} + H_{2(g)}$

$$n_i(Zn) = \frac{m}{M} = \frac{0,2}{65,4} = 3,058 \times 10^{-3} mol \approx 3,06mmol$$

$$\text{et } n_i(H^+) = C.V = 2 \times 10.10^{-3} = 20.10^{-3} mol = 20mmol$$

Le tableau d'avancement de cette réaction est :

Equation de la réaction		$Zn_{(s)} + 2H_{(aq)}^+ \rightarrow Zn_{(aq)}^{2+} + H_{2(g)}$				
Etats du système	avancement	Quantités de matière (en mmol)				
Etat initial	0	3,06	20		0	0
Etat intermédiaire	x	$3,06 - x$	$20 - 2x$		x	x
Etat final	x_{max}	$3,06 - x_{max}$	$20 - 2x_{max}$		x_{max}	x_{max}

b- Le réactif limitant :

Si $Zn_{(s)}$ est le réactif limitant, alors $3,06 - x_{max}$ d'où $x_{max} = 3,06mmol$

Si $H_{(aq)}^+$ est le réactif limitant, alors $20 - 2x_{max}$ d'où $x_{max} = 10mmol$

Puisque $3,06mmol < 10mmol$, alors le réactif limitant est $Zn_{(s)}$ et l'avancement maximal est

$$x_{max} = 3mmol$$

c- Bilan de matière :

Le bilan de matière à l'état final, d'après le tableau descriptif, est :

$$n_f(Zn) = 3,06 - x_{max} = 3,06 - 3,06 = 0mmol \text{ (C'est le réactif limitant)}$$

$$n_f(H^+) = 20 - 2x_{max} = 20 - 2 \times 3,06 = 13,88mmol$$

$$n_f(Zn_{(aq)}^{2+}) = n_f(H_{2(g)}) = x_{max} = 3,06mmol$$

d- Prévoir le volume final du gaz dégagé :

Le volume final attendu du gaz dihydrogène et le comparer avec valeur expérimentale :

$$\text{On a } V_f(H_2) = n_f(H_{2(g)}) \cdot V_M = x_{max} \cdot V_M = 3,06.10^{-3} \times 24 = 72.10^{-3}L = 73,44mL$$

On remarque que la valeur attendue égale presque la valeur expérimentale.

5- Conclusion :

L'utilisation d'un tableau d'avancement permet de déterminer le bilan de la matière, en quantité de matière, au cours de la transformation et dans l'état final.

L'utilisation des grandeurs liées à la quantité de matière permet de prévoir : la masse, la concentration, la pression ou le volume des réactifs ou des produits.

Application 2 :

Un volume $v_1 = 3,30L$ d'éthanol $C_2H_6O_{(l)}$ brûle dans un volume $v_2 = 1,50L$ d'oxygène selon l'équation chimique : $C_2H_6O_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$. On donne $V_M = 24L.mol^{-1}$ et $\rho_{\text{éthanol}} = 0,79g/mL$:

- 1- Calculer la quantité de matière initiale pour chaque réactif,
- 2- Dresser le tableau descriptif de la transformation qui a eu lieu,
- 3- Déterminer le réactif limitant et la valeur de l'avancement maximale x_{max} ,
- 4- Déterminer la composition de la matière lorsque l'avancement atteint la valeur $x = 0,12mol$
- 5- Déterminer la composition de la matière à l'état final,
- 6- Calculer le volume de gaz carbonique formé à l'état final,
- 7- Calculer la valeur v_{min} du volume minimum d'oxygène nécessaire à la disparition totale du volume $v_{\text{éth}} = 2,30L$ d'éthanol.

<https://spbiof.blogspot.com/>